



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06167461 A**

(43) Date of publication of application: 14 . 06 . 94

(51) Int. Cl.

G01N 21/88
H01L 21/66
H01S 3/00

(21) Application number: **04319983**(71) Applicant: **FUJITSU LTD**

(22) Date of filing: 30 . 11 . 92

(72) Inventor: **OKA KOJI**
ANDO MORITOSHI

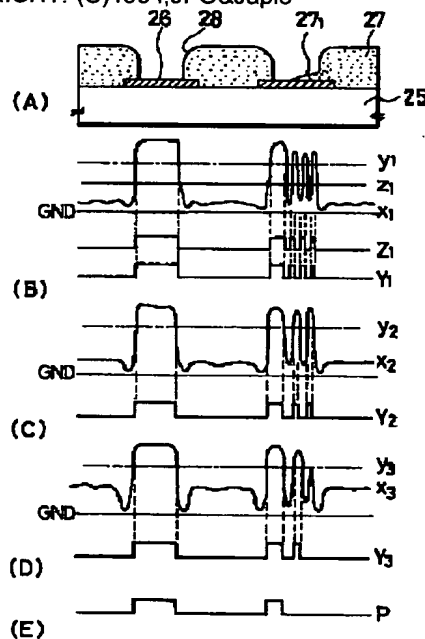
(54) VIA HOLE INSPECTING APPARATUS**(57) Abstract:**

PURPOSE: To surely detect a shape of a via hole or a residue of an insulator by means of a via hole inspection apparatus which detects a defect such as an irregular shape of the via hole formed in an insulator thin film layer or the residue of the insulator.

CONSTITUTION: An inspection object which is so constituted that via holes 28 are formed in an insulator thin film layer 27 on a wiring pattern substrate 25, 26, is irradiated with light having a plurality of wave lengths. Detection signal x_1 , x_2 , x_3 each corresponding to an intensity of reflected light of the respective wave length are converted into binary signals Y_1 , Y_2 , Y_3 in accordance with set reference levels y_1 , y_2 , y_3 respectively and a logical operation among the binary signals Y_1 , Y_2 , Y_3 , of the respective wave lengths is carried out (P) so that a residue of an insulator is detected. At that time, the reflection light beams pass through a space filter so that S/N ratios of the detection signals are improved. On the basis of the detection signal corresponding to light of which an intensity ratio of reflection light beams from the insulator and a wiring pattern layer is greatest, an irregular shape of a via hole 28 is inspected with high

resolution.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-167461

(43) 公開日 平成6年(1994)6月14日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	F	8304-2 J		
H 0 1 L 21/66	J	7377-4 M		
H 0 1 S 3/00	F	8934-4 M		

審査請求 未請求 請求項の数7(全13頁)

(21) 出願番号 特願平4-319983

(22) 出願日 平成4年(1992)11月30日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 岡 浩司

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 安藤 護俊

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外1名)

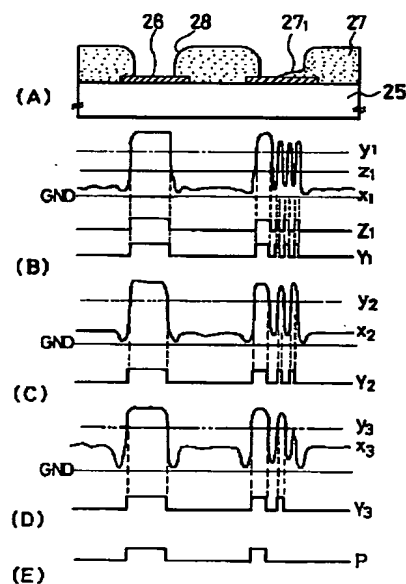
(54) 【発明の名称】 バイアホール検査装置

(57) 【要約】

【目的】 絶縁体薄膜層に形成されたバイアホールの形状不整、絶縁体残渣等の欠陥を検知するバイアホール検査装置に関し、形状、残渣を確実に検知する。

【構成】 配線基板(25, 26)の上の絶縁体薄膜層(27)にバイアホール(28)が形成された検査対象に複数の波長の光を照射し、この検査対象から反射された各波長の反射光の強度に対応する検知信号(x_1 , x_2 , x_3)を、設定された基準レベル(y_1 , y_2 , y_3)により2値化信号(Y_1 , Y_2 , Y_3)とし、この各波長の2値化信号(Y_1 , Y_2 , Y_3)の間で論理演算を施す(P)ことによって絶縁体残渣を検知する。この場合、反射光を空間フィルタリングすることによって検知信号のS/N比を向上することができる。また、絶縁体と配線層からの反射光の強度比が最も大きい波長の光に対応する検知信号によってバイアホールの形状不整を高解像度で検査することができる。

第1実施例の検知信号処理方法の説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 配線基板上の絶縁体薄膜層にバイアホールが形成された検査対象に複数の波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , ...からなり、 $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \dots$ の関係を有する光を照射する手段と、該検査対象からの反射光を各波長毎に検知して反射光強度に対応する検知信号を得る手段と、該各検知信号を設定された基準レベルにより2値化して2値化信号を得る手段と、該2値化信号の間で論理演算を施す手段を有することを特徴とするバイアホール検査装置。

【請求項2】 検査対象に複数の波長の光を照射する手段として、複数の波長で同時に発振する1つのレーザ光源を用いることを特徴とする請求項1に記載されたバイアホール検査装置。

【請求項3】 検査対象に複数の波長の光を照射する手段として、単一波長で発振する複数のレーザの放射光を光学的に組み合わせた光源を用いることを特徴とする請求項1に記載されたバイアホール検査装置。

【請求項4】 検査対象からの反射光を各波長毎に検知して反射光強度に対応する検知信号を得る手段として、レーザ光をスポット状に集光して検査対象の上を走査し、該検査対象からの反射光を再帰的に帰還させ、該再帰的に帰還させた反射光に含まれている各波長の光を波長フィルタを用いて分離し、該分離した各波長の光をそれぞれ光センサによって検知する手段を用いることを特徴とする請求項1に記載されたバイアホール検査装置。

【請求項5】 検査対象からの反射光を各波長毎に検知して反射光強度に対応する検知信号を得る手段として、レーザ光をスポット状に集光して検査対象の上を走査し、該検査対象からの反射光を再帰的に帰還させ、該再帰的に帰還させた反射光を再結像させて再結像面上において空間フィルタリングを行い、空間フィルタリングした再帰反射光に含まれている各波長の光を波長フィルタを用いて分離し、分離した各波長の光をそれぞれ光センサによって検知する手段を用いることを特徴とする請求項1に記載されたバイアホール検査装置。

【請求項6】 2値化信号の間で論理演算を施す手段として、絶縁体薄膜層からの反射光による検知信号を論理Lに対応させ、バイアホールの底部の配線層からの反射光による検知信号を論理Hに対応させた2値化信号とし、この2値化信号の論理積をとる手段を用いることを特徴とする請求項1に記載されたバイアホール検査装置。

【請求項7】 絶縁体薄膜層からの反射光とバイアホールの底部の配線層からの反射光の強度比が最も大きくなる波長の反射光に対応する検知信号を2値化して、バイアホールの外形を検査する手段を付加したことを特徴とする請求項1から請求項6までのいずれか1項に記載されたバイアホール検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、セラミック基板等の配線基板の上の樹脂等の絶縁体薄膜層に形成されたバイアホールに発生する形状不整、絶縁体残渣等の欠陥を検知するためのバイアホール検査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図7は、本発明の検査対象であるバイアホールの構成説明図である。この図において、41はセラミック基板、42はポリイミド薄膜層、43はバイアホールである。

【0003】 この図に示された検査対象の一例においては、セラミック基板41上にポリイミド薄膜層42が形成され、このポリイミド薄膜層42に、直径100 μ m以下の多数のバイアホール43が形成されている。

【0004】 なお、このセラミック基板41は多層配線基板であり、また、バイアホール43の底面には配線層が形成されており、この配線層とポリイミド薄膜層が交互に複数層形成されて多層配線構造を構成する場合が多い。本発明の検査対象であるバイアホールは、ポリイミド薄膜層を介して形成されている配線層の必要な箇所を電気的に接続するために設けられる。

【0005】 図8は、ポリイミド薄膜層のバイアホールの欠陥説明図であり、(A)、(B)は正常なバイアホールと欠陥が生じているバイアホールを示している。この図における符号は、43₁, 43₂, 43₃, 43₄, 43₅, 43₆, 43₇がバイアホールを、44が配線層を示しているほかは図7で使用了符号と同じである。

【0006】 この図において、

43₁ は、正常なバイアホール

43₂ は、バイアホールの一部にポリイミドが残存しているもの

43₃ は、バイアホールの全体にポリイミドが残存しているもの

43₄ は、バイアホールの直径が許容値よりも小さいもの

43₅ は、バイアホール直径が許容値よりも大きなもの

43₆ は、本来あるべき位置にバイアホールがないもの

43₇ は、本来あるべきでない位置にバイアホールがあるもの

を示している。

【0007】 図9は、従来のバイアホール検査装置の光学系の概略説明図であり、(A)は全体の構成を示し、

(B)は走査型光電子倍管を示している。この図において、51は蛍光励起用レーザ光源、52はビームエキスパンダ、53はミラー、54は第1のビームスプリッタ、55は回転多面鏡、56はスキャンレンズ、57は第2のビームスプリッタ、58は検査対象、59は載置ステージ、60は格子板、61は格子検知用光センサ、

62は波長フィルタ、63は再結像用レンズ、64は走

査型光電子増倍管、64₁は光電面、64₂は偏向コイル、64₃はピンホール、64₄は電子増倍部、65は格子検知信号処理回路、66は位置電圧変換回路、67は偏向コイルドライバである。

【0008】この従来のバイアホール検査装置においては、蛍光励起用レーザ光源51から放出される紫外線領域から青色領域にわたる波長帯域内の波長を有するレーザ光をビームエキスパンダ52によって拡大し、拡大したレーザ光を、ミラー53によって反射し、第1のビームスプリッタ54によってスプリットし、回転多面鏡55を用いて掃引し、スキャンレンズ56によって集束し、第2のビームスプリッタ57によってスプリットして、載置ステージ59上に載置されている検査対象58上に集光して走査する。

【0009】図10は、ポリイミド薄膜層とバイアホールの識別方法の原理説明図であり、(A)はその斜視図、(B)は波長特性を示している。この図において、41はセラミック基板、42はポリイミド薄膜層、43はバイアホール、44は配線層、45₁、45₂は照射レーザ光、46₁、46₂は反射光、47₁は蛍光である。

【0010】図9に示された従来のバイアホール検査装置においては、ポリイミド薄膜層とバイアホールの底面の配線層を識別するために、レーザ光の照射によってポリイミド薄膜層から発生する蛍光を用いている。

【0011】すなわち、セラミック基板41の上のポリイミド薄膜層42に設けられた配線層44に達するバイアホール43を含む上面に照射レーザ光45₁、45₂を照射すると、バイアホール43の底に露出する配線層44からは照射レーザ光45₁による反射光46₁が生じるだけであるが、ポリイミド薄膜層42からは照射レーザ光45₂によって反射光46₂と蛍光47₁を生じる。

【0012】この蛍光47₁は、図10(B)に示されているように、反射光46₂の波長aより長波長側にずれた黄色から赤色にわたる蛍光波長特性bを有しているから、この蛍光47₁だけを透過する波長フィルタ特性cを有するフィルタを用いて反射光46₂から蛍光47₁を分離し、蛍光47₁の有無を光センサによって検知することによって、ポリイミド薄膜層42とバイアホール43の底面の配線層を識別することができる。

【0013】再度、図9を参照すると、前記のように照射レーザ光によってポリイミド薄膜層から発生した蛍光は、入射レーザ光と同じ径路を逆に、第2のビームスプリッタ57、スキャンレンズ56、回転多面鏡55へと逆上って再帰的に帰還され、光路中に配置された第1のビームスプリッタ54によって再帰反射光検知系に導かれる。

【0014】この再帰反射光検知系に導かれた再帰反射光には、照射レーザ光の波長成分と発生した蛍光の波長

成分を含んでいるため、蛍光47₁だけを反射する特性を有する波長フィルタ62を用いて蛍光成分だけを分離し、この蛍光成分の像を再結像用レンズ63によって走査型光電子増倍管64の光電面64₁の上に結像させる。すなわち、光電面上には、レーザ光の照射点近傍の蛍光による画面が結像されることになる。

【0015】この画像には、バイアホールの壁面から発生する蛍光の影響を受けて蛍光検知信号の低レベルが上昇し、本来は暗い部分が明るくなるという問題がある。

【0016】図11は、バイアホール壁面から発生する蛍光による影響の説明図であり、(A)はその斜視図、(B)は蛍光検知信号を示している。この図において、41はセラミック基板、42はポリイミド薄膜層、43はバイアホール、44は配線層、45₁は照射レーザ光、46₁は反射光、47₁は蛍光である。

【0017】図11(A)のように、セラミック基板41上のポリイミド薄膜層42に形成されたバイアホール43に照射レーザ光45₁を照射すると、この照射レーザ光45₁の一部は配線層44によって反射されてほぼ垂直に反射される反射光46₁(黒矢印)となるが、他の一部は配線層44によって斜め方向に反射されて反射光46₂(黒矢印)となり、ポリイミド薄膜層42に入射して蛍光47₁(白矢印)を発生する。

【0018】そのため、蛍光検知信号は図11(B)のように、バイアホールの壁面から蛍光を発生しないときには、破線で示されるように、バイアホールに相当する領域でGNDレベルにあるべきものが、実線で示されているように、バイアホールに相当する領域の蛍光検知信号が上昇する。

【0019】検査対象で発生した蛍光による画像、またはこの蛍光を光電変換した電子像をピンホールを設けた遮蔽板によって遮り、このピンホールを通過したバイアホールの中心部分(レーザ光照射点)で発生した蛍光または電子のみを分離抽出して検知することにより、バイアホールの壁面から発生する蛍光による蛍光検知信号の上昇分を除去して、周囲の不要な蛍光の影響を少なくする空間フィルタリングを用いることができる。

【0020】この図9に示された従来のバイアホール検査装置においては、光電面64₁と電子増倍部64₄の間にピンホール64₃を有する遮蔽板を配置し、このピンホール64₃を通過したバイアホールの中心部分からの電子像を抽出して電子増倍部64₄によって増倍して電気的な蛍光検知信号として出力している。

【0021】また、この従来のバイアホール検査装置においては、検査対象58を照射するレーザ光の一部を第2のビームスプリッタ57によってスプリットして格子板60のスリットを通し、スリットを通過した光パルス格子検知用光センサ61によって検知し、格子検知信号処理回路65によってこの光パルスを計数して格子信号として出力して位置電圧変換回路66によってレーザ

光照射位置情報とし、偏向コイルドライバ67によってレーザ光照射位置と振幅を調整した鋸歯状波を発生して偏向コイル64₁を駆動している。

【0022】これは、回転多面鏡55とスキャンレンズ56による検査対象の走査速度が不均一になること、あるいは、このスキャンレンズ56の照射レーザ光と蛍光に対する屈折率が異なること等に起因する光電面64₁上の電子像の位置の揺れを補正するために付加されている。すなわち、光電面64₁によって生じる電子像の位置が揺れても、偏向コイル64₁によってパイアホール10の中心部分の画像が、電子増倍部64₁の直前のピンホール64₁を通るように補正され、走査型光電子増倍管64からは常にパイアホールの中心部分の画像に相当する蛍光検知信号が出力される。

【0023】図12は、ポリイミド残渣がある場合の蛍光検知信号の説明図であり、(A)はその斜視図、(B)は蛍光検知信号を示している。この図において、41はセラミック基板、42はポリイミド薄膜層、42₁はポリイミド残渣、43はパイアホール、44は配線層、45は照射レーザ光である。

【0024】図12(A)のように、セラミック基板41上のポリイミド薄膜層42に形成されたパイアホール43に照射レーザ光45を照射して走査すると、図12(B)に示されるように、この照射レーザ光45によってポリイミド薄膜層42からは高レベルの蛍光が発生し、パイアホール43の底の配線層44からはほとんど蛍光は発生しない。そして、パイアホール43の底にある程度厚いポリイミド残渣42₁が存在している部分からは低レベルの蛍光(図12(B)の実線)を発生する。

【0025】この蛍光検知信号を適宜のスライスレベル、すなわち、高レベルの第1のスライスレベルと、ポリイミド残渣42₁から発生する蛍光のレベル以下の第2のスライスレベルで2値化し、第1のスライスレベルでスライスした蛍光検知信号のパターンによってパイアホール43の形状を検知し、第2のスライスレベルでスライスした蛍光検知信号のパターンによってパイアホール43の底面のポリイミド残渣42₁の形状を検知することができる。

【0026】図13は、蛍光検知信号の2値化回路の一例の説明図である。この図において、71₁は第1の2値化回路、71₂は第2の2値化回路、72₁は第1のスライスレベル設定回路、72₂は第2のスライスレベル設定回路である。

【0027】この蛍光検知信号の2値化回路においては、蛍光検知信号を2値化するための第1の2値化回路71₁および第2の2値化回路71₂のスライスレベルをポテンショメータ形式の第1のスライスレベル設定回路72₁と第2のスライスレベル設定回路72₂によって設定するものとして図示されている。

【0028】高レベルの第1のスライスレベルによる検知パターンは、通常円形となり、低レベルの第2のスライスレベルによる検知パターンも、欠陥が存在しない場合には円形となるが、図12(A)に示すようにポリイミド残渣がある場合には、円形の一部が欠けたパターンになる。したがって、各パターンに画像処理を施すことによって、パイアホール43の形状、あるいはパイアホール43のポリイミド残渣42₁の有無とその形状を検知することができる。

10 【0029】図14は、従来のパイアホール検査論理の一例の説明図である。この図において、81はパイアホール有無判定回路、82は形状検査論理回路、83は面積判定回路、84はパイアホール位置データ、85はステージ位置データ、86は面積計測回路、87は最大・最小面積値設定回路である。

【0030】この図に示された、パイアホール有無判定回路81と、形状検査論理回路82と、面積判定回路83を中心とする従来のパイアホール検査論理によって、第1のパターンおよび第2のパターンを用いてパイアホール10の欠陥/正常の判定を行う方法を簡単に説明する。

20 【0031】(1)パイアホールの有無判定回路は、第1のパターンとパイアホール位置データ(設計データ)84とステージ位置データ85を用いて、図8の43_a、43_bのような欠陥を検出する。

(2)形状検査論理回路82は、例えばラジアルマッチング検査論理を利用したものであり、第1のパターンの形状(通常は円形)の良否を判定することにより図8の43_a、43_bのような欠陥を検出する。

(3)面積判定回路83は、面積計測回路86によって計測した第2のパターンの面積計測値S₂と設定値(最大面積値S_{max}および最小面積値S_{min})との比較を行い、S₂>S_{max}またはS₂<S_{min}ならば欠陥と判定することにより、図8の43_a、43_bのような欠陥を検出する。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このようなパイアホール検査装置の検知光学系には下記のような問題があった。すなわち、パイアホール中のポリイミド残渣が薄くなってくると、発生する蛍光が非常に微弱になり、蛍光が極端に微弱な領域では、光の粒子的な性質が顕著になるため蛍光検知信号は、図12(B)に破線で示されているように、インパルス状になってしまう。

【0033】この現象のため、蛍光検知信号のS/N比が悪化し、厚さが極端に薄いポリイミド残渣の有無を識別することが困難になるという問題があった。本発明は、パイアホール中の薄いポリイミド等の絶縁体残渣を確実に検知することができるパイアホール検査装置を提供することを目的とする。

【0034】

50 【課題を解決するための手段】本発明にかかるパイアホ

ール検査装置においては、配線基板上の絶縁体薄膜層にバイアホールが形成された検査対象に複数の波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , ... からなり、 $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \dots$ の関係を有する光を照射する手段と、該検査対象からの反射光を各波長毎に検知して反射光強度に対応する検知信号を得る手段と、該各検知信号を設定された基準レベルにより2値化して2値化信号を得る手段と、該2値化信号の間で論理演算を施す手段を有する構成を採用した。

【0035】この場合、検査対象に複数の波長の光を照射する手段として、複数の波長で同時に発振する1つのレーザ光源を用いることができる。

【0036】また、この場合、検査対象に複数の波長の光を照射する手段として、単一波長で発振する複数のレーザの放射光を光学的に組み合わせた光源を用いることができる。

【0037】また、この場合、検査対象からの反射光を各波長毎に検知して反射光強度に対応する検知信号を得る手段として、レーザ光をスポット状に集光して検査対象の上を走査し、該検査対象からの反射光を再帰的に帰還させ、該再帰的に帰還させた反射光に含まれている各波長の光を波長フィルタを用いて分離し、該分離した各波長の光をそれぞれ光センサによって検知する手段を用いることができる。

【0038】また、この場合、検査対象からの反射光を各波長毎に検知して反射光強度に対応する検知信号を得る手段として、レーザ光をスポット状に集光して検査対象の上を走査し、該検査対象からの反射光を再帰的に帰還させ、該再帰的に帰還させた反射光を再結像させて再結像面上において空間フィルタリングを行い、空間フィルタリングした再帰反射光に含まれている各波長の光を波長フィルタを用いて分離し、分離した各波長の光をそれぞれ光センサによって検知する手段を用いることができる。

【0039】また、この場合、2値化信号の間で論理演算を施す手段として、絶縁体薄膜層からの反射光による検知信号を論理Lに対応させ、バイアホールの底部の配線層からの反射光による検知信号を論理Hに対応させた2値化信号とし、この2値化信号の論理積をとる手段を用いることができる。

【0040】これらの場合、最も短い波長の反射光に対応する検知信号を2値化して、バイアホールの外形を検査する手段を付加することができる。

【0041】

【作用】本発明のバイアホール検査装置においては、バイアホール中の薄いポリイミド残渣を検知するために、ポリイミド残渣の表面から反射されるレーザ光とポリイミド残渣の下に存在する配線層の表面から反射されるレーザ光の干渉を利用している。

【0042】図1は、本発明のバイアホール検査装置の

原理説明図であり、(A)は金属配線層の上のポリイミド残渣を、(B), (C), (D)は照射レーザ光の波長が λ_1 , λ_2 , λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) である場合の干渉光検知信号と干渉パターンを示している。この図において、1は金属配線層、2はポリイミド残渣、3は照射レーザ光である。

【0043】薄いポリイミド残渣2にはある程度の光透過性があり、かつ、このポリイミド残渣2の下面には必ず光反射率の高い金属配線層1が存在する。そこで、例えば、図1に示するような厚さが変化するポリイミド残渣に波長 λ_1 を有する単色光の照射レーザ光3を照射すると、ポリイミド残渣の表面で反射されるレーザ光と、ポリイミド残渣を透過しその下の金属配線層1の表面で反射されたレーザ光とが干渉合って、等高線のような縞状の干渉パターンが観察される。この場合の縞と縞の間隔は、薄膜の厚みにして $\lambda_1/2$ に相当する。

【0044】この干渉法によると、極めて薄いポリイミド残渣でもコントラスト良く検知することができ、ポリイミド残渣の検知限界は波長の $1/4$ 程度になる。この干渉光検出信号を適宜調節した2つの基準レベルによって2値化して2値化信号を得て、この2値化信号の間で論理演算をすることによって、バイアホールの形状あるいはバイアホールの底面に存在するポリイミド残渣の厚さ分布を検査することができる。

【0045】しかしながら、単色光の照射レーザ光3を用いた干渉法によると、ポリイミド残渣の厚さ分布によっては暗い縞と明るい縞の中間の領域では、ポリイミド残渣が存在するにもかかわらず、明るくなってしまうという欠点がある。

【0046】この欠点は、この図1に示されているように、異なる波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) を有する複数のレーザ光の干渉パターンを得て、これらの干渉光検知信号の論理積をとることによって解消することができる。すなわち、異なる波長を有する複数の光の干渉パターンを得て、ポリイミド残渣の同じ位置に低レベル(暗い縞)が1つでも存在すると0信号を出力するようにすると、ポリイミド残渣の存在をほぼ確実に検知することができる。

【0047】なお、均一な厚さを有するポリイミド残渣が存在する場合があると仮定しても、そのポリイミド残渣全体から生じる干渉光が、レーザ光の波長によって明るい暗いかのいずれかになり、それらの論理積をとることによってポリイミド残渣の存在をほぼ確実に検知することができる。波長が異なる照射レーザ光の数を増加することによって、ポリイミド残渣の存在を検知する確率が大きくなることはその原理から明らかである。

【0048】

【実施例】

(第1実施例) 以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。図2は、第1実施例のバイアホール検査装置

の光学系説明図である。この図において、11は3波長同時発振レーザ、12はビームエキスパンダ、13は第1のミラー、14は第1のビームスプリッタ、15は回転多面鏡、16はスキャンレンズ、17は第2のビームスプリッタ、18は検査対象、19は載置ステージ、20₁は第1の波長フィルタ、20₂は第2の波長フィルタ、20₃は第2のミラー、21₁は第1の光センサ、21₂は第2の光センサ、21₃は第3の光センサである。

【0049】この実施例バイアホール検査装置においては、3波長同時発振レーザ11から放出される3つの波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)の照射レーザ光をビームエキスパンダ12によって拡大し、拡大したレーザ光を、第1のミラー13によって反射し、第1のビームスプリッタ14によってスプリットし、回転多面鏡15を用いて走査し、スキャンレンズ16によって集束し、第2のビームスプリッタ17によってスプリットして、載置ステージ19上に載置されている検査対象18上に集光する。

【0050】このように検査対象18に集光された照射レーザ光は、バイアホール近傍で反射されて照射レーザ光と同じ径路を逆に、第2のビームスプリッタ17、スキャンレンズ16、回転多面鏡15へと逆上って再帰的に帰還され、光路中に配置された第1のビームスプリッタ14によって再帰反射光検知系に導かれる。

【0051】この再帰反射光検知系に導かれた再帰反射光には、3つの波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)の照射レーザ光を含んでいるため、波長 λ_1 以下のレーザ光を反射する第1の波長フィルタ20₁によって波長 λ_1 のレーザ光のみを反射させて光電子増倍管等の第1の光センサ21₁に照射し、第1の波長フィルタ20₁を透過した波長 λ_2 の反射光を第2の波長フィルタ20₂によって反射して第2の光センサ21₂に照射し、第2の波長フィルタ20₂を透過した波長 λ_3 の反射光を第2のミラー20₃によって反射させて第3の光センサ21₃に照射する。

【0052】図3は、第1実施例の波長フィルタの反射波長特性図であり、(A)は第1の波長フィルタ、

(B)は第2の波長フィルタの特性を示している。この図からわかるように、3つの波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 のレーザ光を含む照射レーザ光が第1の波長フィルタ20₁に入射されると、波長 λ_1 のレーザ光は反射されて第1の光センサ21₁に入射し、この第1の波長フィルタ20₁を透過したレーザ光が第2の波長フィルタ20₂に入射されると、波長 λ_2 のレーザ光は反射されて第2の光センサ21₂に入射し、この第2の波長フィルタを透過した波長 λ_3 のレーザ光が第2のミラー20₃によって反射されて第3の光センサ21₃に入射する。

【0053】図4は、第1実施例の検知信号処理系構成図である。この図において、21₁は第1の光センサ、

21₂は第2の光センサ、21₃は第3の光センサ、22₁は第1のコンパレータ、22₂は第2のコンパレータ、22₃は第3のコンパレータ、22₄は第4のコンパレータ、23₁は第1のスライスレベル設定回路、23₂は第2のスライスレベル設定回路、23₃は第3のスライスレベル設定回路、23₄は第4のスライスレベル設定回路、24は論理積回路である。

【0054】この検知信号処理系構成図において、第1の光センサ21₁の検知信号を第4のコンパレータ22₄に入力し、そのスライスレベルを第4のスライスレベル設定回路23₄によって調節して、出力信号を有無検査論理回路と形状検査論理回路に伝送する。

【0055】また、第1の光センサ21₁の検知信号を第1のコンパレータ22₁に同時に入力し、そのスライスレベルを第1のスライスレベル設定回路23₁によって調節して、出力信号を論理積回路24に伝送する。そして、第2の光センサ21₂の検知信号を第2のコンパレータ22₂に入力し、そのスライスレベルを第2のスライスレベル設定回路23₂によって調節して、出力信号を論理積回路24に伝送する。そしてまた、第3の光センサ21₃の検知信号を第3のコンパレータ22₃に入力し、そのスライスレベルを第3のスライスレベル設定回路23₃によって調節して、出力信号を論理積回路24に伝送する。

【0056】前記の論理積回路24によって、第1のコンパレータ22₁、第2のコンパレータ22₂、第3のコンパレータ22₃の出力信号の論理積をとり、残渣検査論理回路に伝送する。

【0057】図5は、第1実施例の検知信号処理方法の説明図であり、(A)は検査対象の断面を、(B)は第1の光センサ21₁の検知信号処理を、(C)は第2の光センサ21₂の検知信号処理を、(D)は第3の光センサ21₃の検知信号処理を示し、(E)は第1の光センサ21₁、第2の光センサ21₂、第3の光センサ21₃の2値化信号の論理積をとった結果を示している。

【0058】この図において、25はセラミック基板、26は配線層、27はポリイミド薄膜層、27₁はポリイミド残渣、28はバイアホールである。この実施例における検査対象は、図5(A)に示されているように、セラミック基板25の上に必要な配線層26が形成され、その上にポリイミド薄膜層27が形成され、このポリイミド薄膜層27にバイアホール28が形成されているが、バイアホール28の一部にポリイミド残渣27₁が残っている。

【0059】そして図5(B)は第1の光センサ21₁の検知信号処理を示しており、第1の光センサ21₁の検知信号 x_1 を第1のスライスレベル y_1 によって2値化して第1の2値化信号 Y_1 を得、第1のスライスレベル y_1 より低い第2のスライスレベル z_1 によって2値

化して第2の2値化信号 Z_2 を得ている。

【0060】また、図5(C)は第2の光センサ21₂の検知信号処理を示しており、第2の光センサ21₂の検知信号 x_2 をスライスレベル y_2 によって2値化して2値化信号 Y_2 を得ている。

【0061】また、図5(D)は第3の光センサ21₃の検知信号処理を示しており、第3の光センサ21₃の検知信号 x_3 をスライスレベル y_3 によって2値化して2値化信号 Y_3 を得ている。

【0062】また、図5(E)は、第1の光センサ21₁の検知信号 x_1 を2値化した第1の2値化信号 Y_1 と、第2の光センサ21₂の検知信号 x_2 を2値化した2値化信号 Y_2 と、第3の光センサ21₃の検知信号 x_3 を2値化した2値化信号 Y_3 を、図4に示される残渣検査論理回路24によって論理積($Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3$)をとった結果 P を示している。この論理積をとった結果 P の幅がパイアホールの設計値に相当する予定の幅より狭いときは、ポリイミド残渣27₁が存在することを示している。

【0063】この図の回路構成の場合は、パイアホール底部の配線層の部分 H レベルとする論理積をとっているが、その理由は、3つの光センサの各検知信号が、同時に H レベル(明るい)の場合に限って、パイアホールの底部にポリイミド残渣が存在せず、金属配線が露出していると判断するためである。

【0064】なお、最も短い波長 λ_1 のレーザ光を検知する第1の光センサ21₁の検知信号 x_1 を第2のスライスレベル z_1 によって2値化して得た第2の2値化信号 Z_1 は、パイアホールの有無検査論理回路と形状検査論理回路に伝送され、ここで予め記憶されている設計データと比較され、パイアホールの有無とその形状を含む2次元パターンが判定される。

【0065】これは、一般に基材であるポリイミド薄膜層は、短波長の光の吸収率が高く、検知信号の S/N 比が高くなるためである。この例の場合には、最も短い波長 λ_1 に対応する検知信号、すなわち、第1の光センサ21₁の検知信号 x_1 を振幅の約1/2の第2のレベル z_1 で2値化して2値化信号 Z_1 を得ている。その理由は、図1(B)のように、ポリイミド残渣が厚い部分で干渉光の振幅が低下しても、その輪郭を検知することができるようになるためである。

【0066】(第2実施例)図6は、第2実施例のパイアホール検査装置の光学系説明図である。この図において、29が再結像用レンズ、30がピンホールを有す遮光板、31が集光レンズであるほかは、図2において同符号を付して説明したものと同様である。

【0067】この実施例のパイアホール検査装置の基本的な動作は第1実施例のパイアホール検査装置と同様であるが、簡単に説明すると、3波長同時発振レーザ11から放出される3つの波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)の照射レーザ光をビームエキスパンダ12によって拡大し、拡大したレーザ光を、第1のミラー13によって反射し、第1のビームスプリッタ14によってスプリットし、回転多面鏡15を用いて走査し、スキャンレンズ16によって集束し、第2のビームスプリッタ17によってスプリットして、載置ステージ19上に載置されている検査対象18上に集光する。

【0068】このように検査対象18に集光された照射レーザ光は、パイアホール近傍で反射されて照射レーザ光と同じ経路を逆に、第2のビームスプリッタ17、スキャンレンズ16、回転多面鏡15へと逆上って再帰的に帰還され、光路中に配置された第1のビームスプリッタ14によって再帰反射光検知系に導かれる。

【0069】この再帰反射光検知系に導かれた再帰反射光は、再結像用レンズ29によって一旦結像集束され、ピンホールを有す遮光板30のピンホールを通され、集光レンズによって平行光線にされた後に、波長 λ_1 以下のレーザ光を反射する第1の波長フィルタ20₁によって波長 λ_1 のレーザ光のみを抽出して光電子増倍管等の第1の光センサ21₁に照射し、第1の波長フィルタ20₁を透過した波長 λ_2 の反射光を第2の波長フィルタ20₂によって反射させて第2の光センサ21₂に照射し、第2の波長フィルタ20₂を透過した波長 λ_3 の反射光を第2のミラー20₃によって反射させて第3の光センサ21₃に照射する。

【0070】その後の検知信号処理は第1実施例と同様であるが、この実施例においては、再帰反射光を、再結像用レンズで一旦結像し、その結像面上に配置されたピンホールを有す遮光板のピンホールを通すことにより、再帰反射光を空間フィルタリングすることによって、パイアホールの壁面等から反射される不要な光を除去して S/N 比を向上することができる。

【0071】上記の各実施例においては、複数の波長のレーザ光を放出する光源として、三原色レーザ、白色レーザ等の多波長光発振レーザを用いるものとして説明しているが、単色光の光を発振するレーザを複数個用い、それらが放出するレーザ光を光学系によって光軸合わせをして、複数の波長のレーザ光を放出する光源を構成することもできる。

【0072】また、上記の実施例で層間絶縁膜として用いたポリイミド薄膜層に代えて、エポキシ樹脂等の樹脂、あるいはガラス等の無機材料からなる透明あるいは半透明の絶縁体の薄膜を用いることができる。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、パイアホール中の薄いポリイミド残渣を確実に検知することができる干渉型のパイアホール検査装置を提供することが可能となり、大容量コンピュータ等に必須である多層高密度配線層の歩留り向上に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のバイアホール検査装置の原理説明図であり、(A)は金属配線層の上のポリイミド残渣を、(B)、(C)、(D)は照射レーザ光の波長が λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)である場合の干渉光検知信号と干渉パターンを示している。

【図2】第1実施例のバイアホール検査装置の光学系説明図である。

【図3】第1実施例の波長フィルタの反射波長特性図であり、(A)は第1の波長フィルタ、(B)は第2の波長フィルタの特性を示している。

【図4】第1実施例の検知信号処理系構成図である。

【図5】第1実施例の検知信号処理方法の説明図であり、(A)は検査対象の断面を、(B)は第1の光センサ21₁の検知信号処理を、(C)は第1の光センサ21₁の検知信号処理を、(D)は第3の光センサ21₃の検知信号処理を、(E)は第1の光センサ21₁、第2の光センサ21₂、第3の光センサ21₃の2値化信号の論理積をとった結果を示している。

【図6】第2実施例のバイアホール検査装置の光学系説明図である。

【図7】本発明の検査対象であるバイアホールの構成説明図である。

【図8】ポリイミド薄膜層のバイアホールの欠陥説明図であり、(A)、(B)は正常なバイアホールと欠陥が生じているバイアホールを示している。

【図9】従来のバイアホール検査装置の光学系の概略説明図であり、(A)は全体の構成を示し、(B)は走査型光電子倍管を示している。

【図10】ポリイミド薄膜層とバイアホールの識別方法の原理説明図であり、(A)はその斜視図、(B)は波長特性を示している。

【図11】バイアホール壁面から発生する蛍光による影響の説明図であり、(A)はその斜視図、(B)は蛍光検知信号を示している。

【図12】ポリイミド残渣がある場合の蛍光検知信号の説明図であり、(A)はその斜視図、(B)は蛍光検知信号を示している。

【図13】蛍光検知信号の2値化回路の一例の説明図である。

【図14】従来のバイアホール検査論理の一例の説明図である。

【符号の説明】

- 1 金属配線層
- 2 ポリイミド残渣
- 3 照射レーザ光
- 11 3波長同時発振レーザ
- 12 ビームエキスパンダ
- 13 第1のミラー
- 14 第1のビームスプリッタ

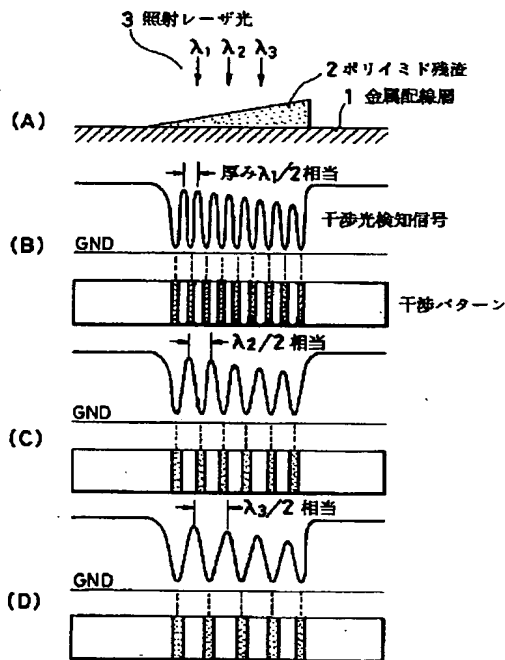
- 15 回転多面鏡
- 16 スキャンレンズ
- 17 第2のビームスプリッタ
- 18 検査対象
- 19 載置ステージ
- 20₁ 第1の波長フィルタ
- 20₂ 第2の波長フィルタ
- 20₃ 第2のミラー
- 21₁ 第1の光センサ
- 21₂ 第2の光センサ
- 21₃ 第3の光センサ
- 22₁ 第1のコンパレータ
- 22₂ 第2のコンパレータ
- 22₃ 第3のコンパレータ
- 22₄ 第4のコンパレータ
- 23₁ 第1のスライスレベル設定回路
- 23₂ 第2のスライスレベル設定回路
- 23₃ 第3のスライスレベル設定回路
- 23₄ 第4のスライスレベル設定回路
- 24 論理積回路
- 29 再結像用レンズ
- 30 ビンホールを有す遮光板
- 31 集光レンズ
- 41 セラミック基板
- 42 ポリイミド薄膜層
- 42₁ ポリイミド残渣
- 43 バイアホール
- 43₁、43₂、43₃、43₄、43₅、43₆、43₇ バイアホール
- 44 配線層
- 45₁、45₂、45₃ 照射レーザ光
- 46₁、46₂ 反射光
- 47₁、47₂ 蛍光
- 51 蛍光励起用レーザ光源
- 52 ビームエキスパンダ
- 53 ミラー
- 54 第1のビームスプリッタ
- 55 回転多面鏡
- 56 スキャンレンズ
- 57 第2のビームスプリッタ
- 58 検査対象
- 59 載置ステージ
- 60 格子板
- 61 格子検知用光センサ
- 62 波長フィルタ
- 63 再結像用レンズ
- 64 走査型光電子増倍管
- 64₁ 光電面
- 64₂ 偏向コイル
- 64₃ ビンホール

15

- 64 電子増倍部
- 65 格子信号検知処理回路
- 66 位置電圧変換回路
- 67 偏向コイルドライバ
- 71₁ 第1の2値化回路
- 71₂ 第2の2値化回路
- 72₁ 第1のスライスレベル設定回路
- 72₂ 第2のスライスレベル設定回路

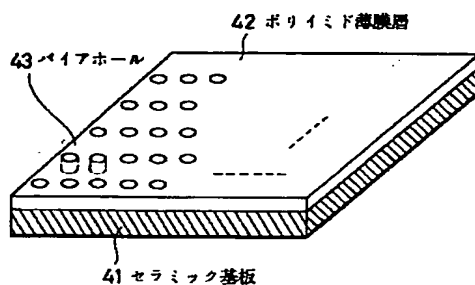
【図1】

本発明のバイアホール検査装置の原理説明図



【図7】

本発明の検査対象であるバイアホールの構成説明図

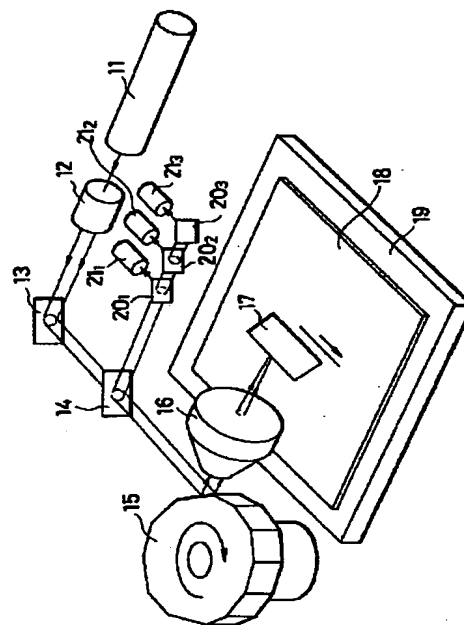


16

- 81 バイアホール有無判定回路
- 82 形状検査論理回路
- 83 面積判定回路
- 84 バイアホール位置データ
- 85 ステージ位置データ
- 86 面積計測回路
- 87 最大・最小面積値設定回路

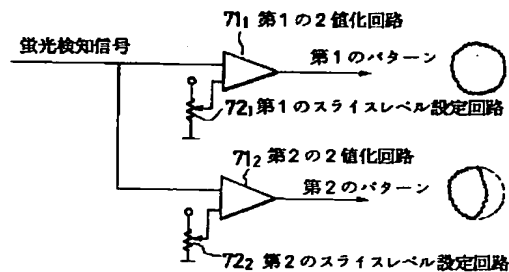
【図2】

第1実施例のバイアホール検査装置の光学系説明図



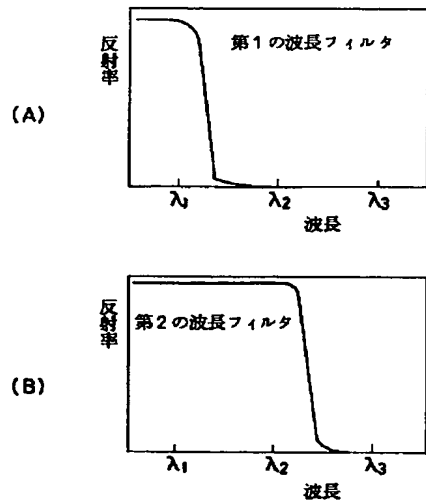
【図13】

蛍光検知信号の2値化回路の一例の説明図



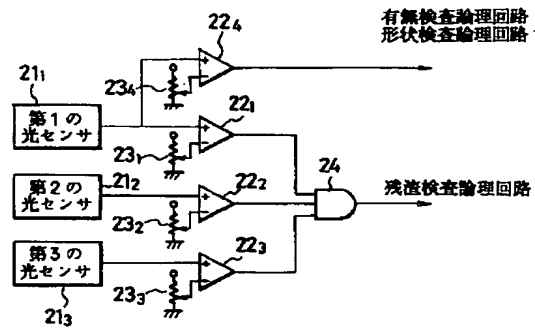
【図3】

第1実施例の波長フィルタの反射波長特性図



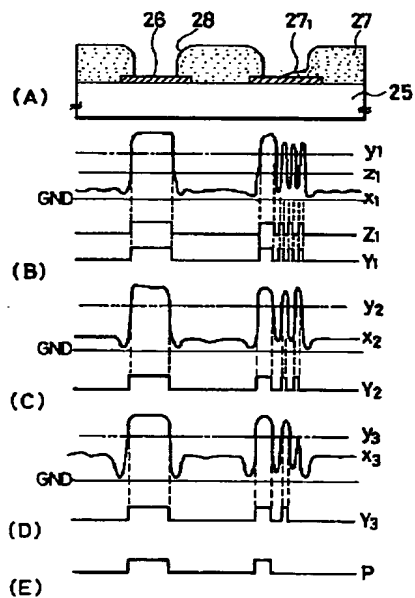
【図4】

第1実施例の検知信号処理系構成図



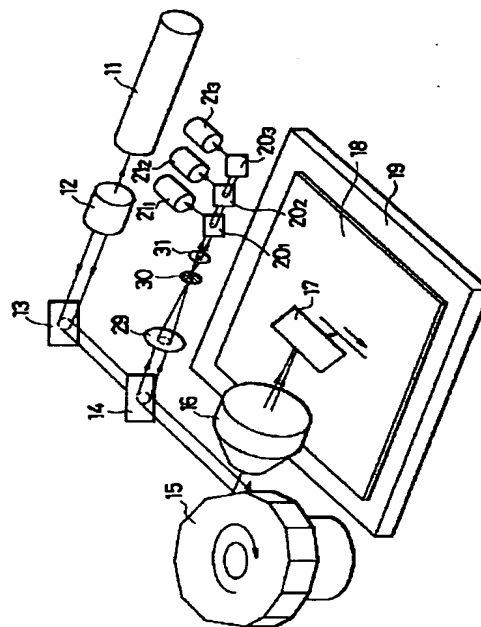
【図5】

第1実施例の検知信号処理方法の説明図



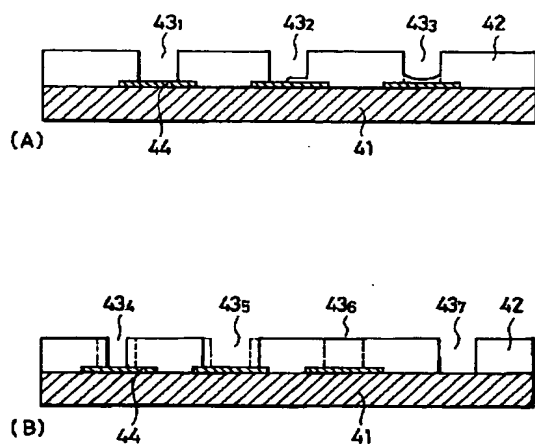
【図6】

第2実施例のバイアホール検査装置の光学系説明図



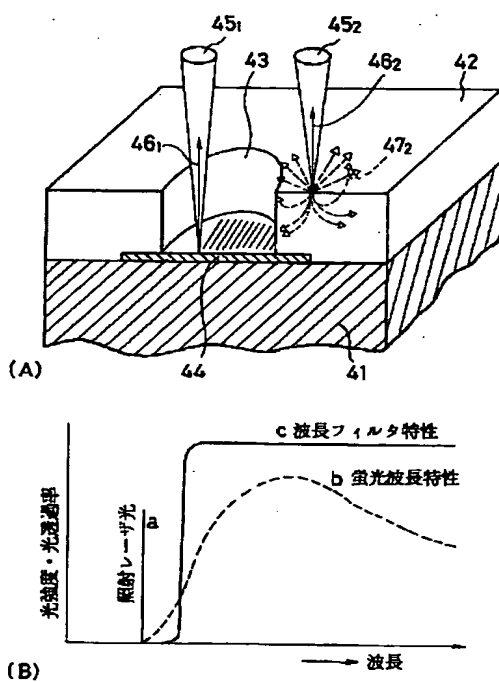
【図8】

ポリイミド薄膜層のバイアホール欠陥説明図



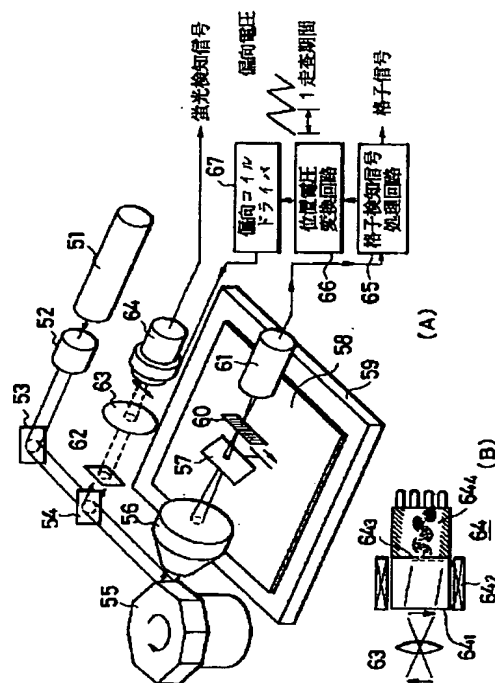
【図10】

ポリイミド薄膜層とバイアホールの識別方法の原理説明図



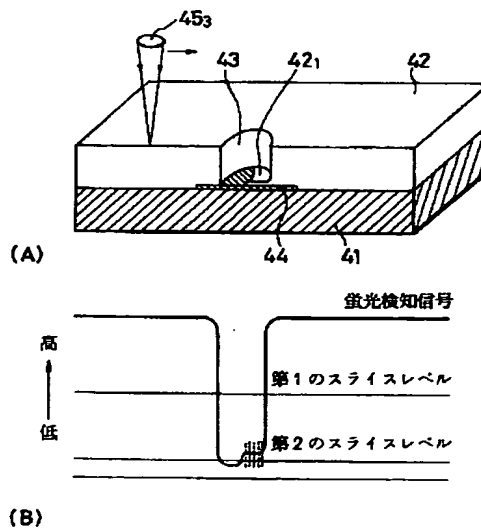
【図9】

従来のバイアホール検査装置の光学系の概略説明図



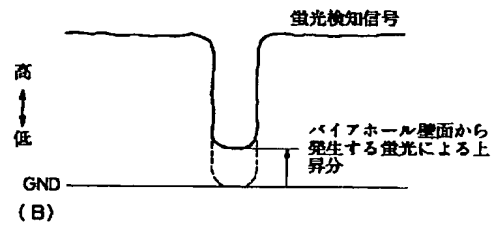
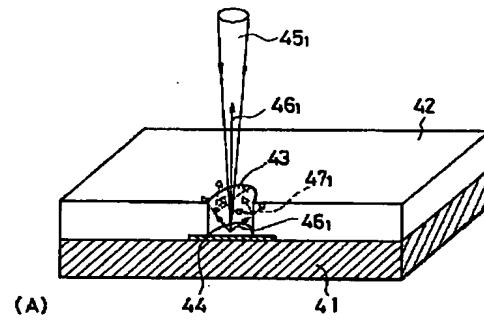
【図12】

ポリイミド残渣がある場合の蛍光検知信号の説明図



【図11】

バイアホール壁面から発生する蛍光による
影響の説明図



【図14】

従来のバイアホール検査論理の一例の説明図

